

L'entrellacament podria augmentar la potencia de les bateries quantiques, pero amb un preu a pagar

Un equip internacional d'investigadors ha demostrat que l'augment de potencia obtingut en bateries quantiques gracies a l'entrellacament pot tenir un cost en termes de fiabilitat. Segons aquest estudi, publicat a PRX Quantum, les futures bateries quantiques hauran d'optimitzar simultaniament velocitat, potencia i estabilitat.

September 16, 2026

A mesura que les tecnologies modernes i, en particular, les tecnologies quantiques avancin cap a la miniaturitzacio, les fonts d'energia capaces d'operar en aquestes mateixes escales diminutes i dins el regim quantic seran cada cop mes necessaries. El 2013 es va proposar que unes bateries electriques que funcionessin segons principis quantics (les anomenades **bateries quantiques**) serien ideals per dur a terme aquesta tasca. Des de llavors, investigadors i investigadores d'arreu del mon han estudiat (per ara nomes des del punt de

vista teoric) amb quina rapidesa es pot carregar una bateria quantica i com els efectes quantics, en particular l'entrellacament de molts cossos, poden potenciar aquesta capacitat. Els resultats preliminars suggereixen que, efectivament, l'entrellacament marca una diferencia. Tanmateix, fa uns mesos, un equip internacional d'investigadors, entre ells el **professor Maciej Lewenstein de l'ICFO**, va comencar a plantejar-se una pregunta: i si aquest augment de potencia ve acompanyat d'una incertesa mes gran? Al cap i a la fi, la incertesa es al fonament mateix de la realitat quantica. Ho vam aprendre de Heisenberg fa cent anys, quan va formular les seves relacions d'incertesa, segons les quals certs parells de magnituds fisiques (com la posicio i el moment) no es poden coneixer simultaniament amb precisio il·limitada. Vam aprendre, aixi doncs, que aquestes propietats experimenten fluctuacion quantiques i que, per tant, la precisio perfecta es inassolible

Guiats per aquesta pregunta, que alimentava una curiositat cientifica genuina, el investigadors finalment van descobrir que,**en una bateria quantica, el treball proporcionat i la seva potencia no poden ser arbitrariament fiables alhora**, un descobriment que s'acaba de publicar a PRX Quantum. "Aquest compromis fonamental es la manifestacio operacional de la incertesa quantica aplicada a la carrega i descarrega de bateries", explica el Dr. Tanmoy Pandit, investigador del VTT Technical Research Centre de Finlandia que va participar en l'estudi.

Aquests resultats demostren que "**l'entrellacament realment pot proporcionar un avantatge en potencia, pero tambe pot reduir com de fiable es aquest avantatge**", afirma el Dr. Nath Bera, investigador de l'Indian Institute of Science Education and Research (IISER) i autor principal de l'article. Aixo vol dir que una bateria pot carregar-se rapidament de mitjana, mentre que la seva potencia instantania fluctua de manera considerable entre un us i el següent

Per aixo, els autors suggereixen que aquells protocols hibrids que facin servi l'entrellacament de manera equilibrada podrien oferir un compromis entre velocitat estabilitat mes bo. "Maximitzar unicament la velocitat de carrega pot no ser suficient" assenyala el Dr. Brij Mohan, investigador de la Universitat d'Oulu i primer autor de l'article. " l'hora de dissenyar les futures bateries quantiques, els enginyers probablement haura d'optimitzar simultaniament l'energia emmagatzemada, la potencia de carrega, le fluctuacions i la fiabilitat"

Ara l'equip te la intencio d'investigar com es comporten aquests limits en la fiabilitat sot condicions mes realistes. Per exemple, deixant que els sistemes quantics interactuin amb e seu entorn i, en conseqüencia, pateixin decoherencia, dissipacio, errors de control i mesur s imperfectes. "El soroll ambiental reforca o debilita aquest compromis entre la fiabilitat d l treball i la potencia?", es pregunta el Prof. Maciej Lewenstein. "Aquesta es, precisament, a següent qüestio que intentarem resold

Referencia:

Mohan, B., Pandit, T., Lewenstein, M., Bera, M. N., Fundamental Limitations on the Reliabilities of Power and Work in Quantum Batteries, Phys, Rev. X Quantum, **7**, 033057 (2026).

Agraiments:
BM acknowledges funding by the Research Council of Finland by grant no 355824. TP acknowledges research funding from the QVLS-Q1 consortium, supported by the Volkswagen Foundation and the Ministry for Science and Culture of Lower Saxony and also the Research Council of Finland for funding through Grant No. 359284/Finnish Quantum Flagship. ML acknowledges support from: MCIN/AEI (PGC2018-0910.13039/501100011033, CEX2019-000910-S/10.13039/501100011033, Plan National STAMEENA PID2022-139099NB, project funded MCIN and by the i¿½European Union NextGenerationEU/PRTRi ?½ (PRTR-C17.I1), FPI); Ministry for Digital Transformation and of Civil Service of the Spa ish Government through the QUANTUM ENIA project call - Quantum Spain project, and by the European Union through the Recovery, Transformation and Resilience Pl n - NextGenerationEU within the framework of the Digital Spain 2026 Age da; CEX2024-001490-S [MICIU/AEI/10.13039/501100011033]; Fundaci´o Cellex; Fun acio Mir-Puig; Generalitat de Catalunya (European Social Fund FEDER and CERCA pro ram; Barcelona Supercomputing Center MareNostrum (FI-2023-3-0024); Funded by the Eur pean Union (HORIZON-CL4-2022-QUANTUM-02-SGA, PASQuanS2.1, 101113690, EU Horizon 2020 FET-OPEN OPTOlogic, Grant No 899794, QUATTO, 101168628), EU Horizon Europe Pr gram (No 101080086 NeQSTGrant Agreement 101080086 - NeQST).